

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour  
le classement et les  
commandes de reproduction).

**2.226.865**

(21) N° d'enregistrement national :  
(A utiliser pour les paiements d'annuités,  
les demandes de copies officielles et toutes  
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

**73.13840**

# BREVET D'INVENTION

PREMIÈRE ET UNIQUE  
PUBLICATION

- (22) Date de dépôt ..... 17 avril 1973, à 14 h 10 mn.  
Date de la décision de délivrance..... 4 novembre 1974.  
(47) Publication de la délivrance..... B.O.P.I. — «Listes» n. 46 du 15-11-1974.
- (51) Classification internationale (Int. Cl.) F 01 n 1/00, 3/00.
- (71) Déposant : SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE DU FERODO, résidant en France.
- (73) Titulaire : *Idem* (71)
- (74) Mandataire : Cabinet J. Bonnet-Thirion, L. Robida & G. Foldès.
- (54) Pot, notamment pot d'échappement pour moteur à combustion interne, en particulier pour véhicules automobiles.
- (72) Invention de :
- (33) (32) (31) Priorité conventionnelle :



La présente invention concerne d'une manière générale un pot, notamment un pot d'échappement, pour moteur à combustion interne.

Ainsi qu'on le sait, les gaz d'échappement sortant d'un moteur à combustion interne sont porteurs d'ondes sonores, et il est usuel, 5 notamment sur les véhicules automobiles, de les faire passer immédiatement dans un pot d'échappement en vue notamment d'absorber et d'étouffer dans la mesure du possible ces ondes sonores.

Dans les pots d'échappement connus à ce jour, cette absorption se fait en contraignant les gaz d'échappement à franchir successi- 10 vement un grand nombre de chicanes ou autres éléments de ce genre, qui cloisonnent leur parcours de circulation en une pluralité de volumes élémentaires et sur lesquels les ondes sonores qu'ils portent se réfléchissent successivement et s'amortissent au moins en partie.

15 Mais ces chicanes ont également pour effet d'introduire des pertes de charge importantes entre l'entrée des gaz dans le pot d'échappement et leur sortie ; il en résulte inévitablement une baisse de rendement non négligeable pour ledit moteur, du fait de la contrepression à l'échappement.

20 La présente invention a pour objet un pot, notamment un pot d'échappement, qui, tout en assurant une absorption convenable des ondes sonores portées par les gaz qui le traversent, minimise pour le moteur associé la baisse de rendement mentionnée ci-dessus.

Le pot suivant l'invention est du genre comportant un parcours 25 de circulation pour gaz établi entre une entrée et une sortie, et est caractérisé en ce que ledit parcours de circulation se développe librement entre ladite entrée et ladite sortie et est bordé sur une partie au moins de sa longueur par une paroi d'amortissement absorbante vis-à-vis du son disposée en regard d'une paroi lisse 30 réfléchissante à l'égard du son.

La paroi absorbante peut par exemple être une paroi perforée établie entre le parcours de circulation et une masse absorbante constituée d'un matériau divisé tel que limailles ou copeaux métalliques, ou encore appartenir par elle-même à une masse absorbante 35 dont elle forme au moins une partie de la surface extérieure, cette masse absorbante étant par exemple dans ce cas en un matériau du type de ceux usuellement utilisés comme matériau de frottement.

Quoi qu'il en soit de telles masses absorbantes sont de nature à permettre une diminution progressive du niveau des ondes sonores 40 portées par les gaz d'échappement au fur et à mesure de la



progression de ceux-ci le long du parcours de circulation qui leur est offert, ces ondes sonores étant transversalement renvoyées sur la paroi d'amortissement qui borde ce parcours de circulation, par la paroi lisse réfléchissante qui lui est associée, tout au long  
5 dudit parcours de circulation, et conjointement, ce parcours de circulation ne présente pas par lui-même une quelconque chicane ou autre élément analogue susceptible d'entraîner une perte de charge pour ces gaz, qui, au contraire, traversent librement ou quasi librement le pot suivant l'invention.

10 Autrement dit, l'absorption du son dans le pot suivant l'invention se fait sans qu'il en résulte une perte de charge notable pour les gaz qui le traversent.

Par suite un tel pot utilisé comme pot d'échappement n'entraîne pas de diminution notable de rendement pour le moteur auquel il  
15 est associé.

De préférence le parcours de circulation que comporte le pot suivant l'invention se développe sensiblement en hélice autour d'un noyau axial dont la paroi extérieure forme la paroi d'amortissement associée audit parcours de circulation : ainsi, les gaz étant  
20 centrifugés, ils délaissent la paroi d'amortissement, et suivent la paroi lisse associée à celle-ci ; le frottement de ces gaz au contact de cette paroi lisse se trouve donc avantageusement réduit, cependant que cette paroi lisse renvoie vers la paroi d'amortissement les ondes sonores dont sont porteurs lesdits gaz.

25 Par ailleurs une telle disposition se prête avantageusement à une réalisation simple et économique de ce pot d'échappement, suivant laquelle le noyau axial est formé de tronçons de noyaux disposés bout à bout, dans l'axe d'une enveloppe extérieure cylindrique, à distance de celle-ci, en combinaison avec une paroi transversale  
30 établie entre le noyau axial et ladite enveloppe extérieure et définissant avec ces derniers le parcours de circulation en hélice en question.

Cette paroi transversale peut par exemple être constituée par une pluralité d'éléments de paroi hémicirculaires échelonnés le  
35 long du noyau axial, à distance les uns des autres et disposés alternativement en positions diamétralement opposées les uns par rapport aux autres, sensiblement perpendiculairement à l'axe du noyau axial, certains au moins desdits éléments de paroi présentant latéralement au moins une patte parallèle à l'axe du noyau axial,  
40 jusqu'à l'élément de paroi voisin le plus proche ; en variante la



paroi transversale peut former une hélice continue.

Une tringle d'assemblage peut dans ce cas traverser axialement le noyau axial ou les tronçons de noyaux qui le constituent et assurer de manière très simple et économique le maintien de l'ensemble.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, à titre d'exemple, en référence aux dessins schématiques annexés, sur lesquels :

la figure 1 est une vue en perspective, avec arrachements, d'un pot d'échappement suivant l'invention ;

la figure 2 est à échelle inférieure, une vue en perspective éclatée de ce pot d'échappement ;

la figure 3 est une vue en perspective avec arrachement d'un tronçon de noyau axial qu'il comporte ;

les figures 4 et 5 sont des vues schématiques, respectivement en plan et de côté, de ce pot d'échappement ;

les figures 6-7, 8-9 sont respectivement analogues aux figures 4-5, et concernent respectivement diverses variantes de réalisation ;

les figures 10, 11 et 12 sont des vues analogues à la figure 4 et concernent chacune respectivement d'autres variantes de réalisation ;

la figure 13 est une vue analogue à la figure 3 et concerne une variante de réalisation des tronçons de noyau mis en oeuvre dans le pot d'échappement suivant l'invention ;

la figure 14 est une vue schématique de côté d'un pot d'échappement mettant en oeuvre cette variante ;

les figures 15 à 19 sont des vues analogues à la figure 14 et concernent chacune respectivement une autre variante de réalisation ;

la figure 20 est une vue schématique en coupe axiale d'une autre variante de réalisation d'un pot d'échappement suivant l'invention ;

la figure 21 est une vue en coupe transversale de cette variante ;

la figure 22 est une vue analogue à la figure 21 et concerne une autre variante de réalisation.

Ces figures illustrent l'application de l'invention à la réalisation d'un pot d'échappement.

Conformément à la forme de réalisation représentée sur les



figures 1 à 5, un pot d'échappement suivant l'invention comporte une enveloppe extérieure 10 formée d'une paroi latérale cylindrique 11, de section circulaire, et de deux plaques de fond 12, 13 fermant la paroi cylindrique 11 à ses extrémités.

5        Au voisinage des plaques de fond 12, 13 deux conduits 14, 15 se raccordent tangentiellement à la paroi cylindrique 11 et sont respectivement destinés à former une entrée et une sortie pour les gaz à traiter.

10        A l'intérieur de l'enveloppe 10, dans l'axe de celle-ci, se trouve disposé un noyau axial 16 qui s'étend entre les plaques de fond 12, 13, à distance de la paroi cylindrique 11 de l'enveloppe 10.

15        Dans l'exemple représenté sur les figures 1 à 3, ce noyau axial 16 est formé d'une pluralité de tronçons de noyau 17, chacun constitué, figure 3, d'une paroi cylindrique 18 perforée, en métal par exemple, et de deux plaques de fond annulaires 19.

20        Un tel tronçon de noyau 17 contient une masse absorbante 20 constituée par exemple d'un matériau divisé capable de résister à la chaleur, et de préférence capable de résister à une température d'au moins 600°C, tel que copeaux ou limailles métalliques.

25        Au noyau axial 16 est associée une paroi transversale 22 apte à former avec lui et avec l'enveloppe extérieure 10, à l'intérieur de celle-ci, un parcours de circulation pour gaz, qui dans l'exemple représenté, s'étend sensiblement en hélice du conduit d'entrée 14 au conduit de sortie 15, tel que schématisé par des flèches 33 sur les figures.

30        Dans les exemples représentés sur les figures 1 à 11, cette paroi transversale 22 est formée d'une pluralité d'éléments de paroi hémicirculaires, échelonnés le long du noyau axial 16, à distance les uns des autres, et disposés alternativement en positions diamétralement opposées les uns par rapport aux autres, sensiblement perpendiculairement à l'axe du noyau axial 16.

35        Dans l'exemple représenté sur les figures 1 à 5, pour lequel le noyau axial 16 est fractionné en quatre tronçons de noyau 17, il y a ainsi trois éléments de paroi hémicirculaires.

40        De manière plus précise, il y a successivement, à partir de la paroi de fond 12 de l'enveloppe 10 : un premier tronçon de noyau 17 ; un élément de paroi 23 présentant latéralement, et de part et d'autre, deux pattes axiales 24, 25 qui sont disposées en positions diamétralement opposées et qui s'étendent, la première



jusqu'à la paroi de fond 12 de l'enveloppe 10, et la deuxième jusqu'à l'élément de paroi immédiatement voisin, entre le noyau 16 et la paroi cylindrique latérale 11 de l'enveloppe 10 ; un deuxième tronçon de noyau 17 ; un élément de paroi hémicirculaire 26 dépourvu de patte axiale et disposé en positions diamétralement opposées par rapport à l'élément de paroi 23 ; un troisième tronçon de noyau 17 ; un nouvel élément de paroi 23 semblable au précédent et disposé suivant la même orientation que celui-ci, la patte 24 de cet élément de paroi 23 s'étendant jusqu'à l'élément de paroi 26 précédent, tandis que sa patte 25 s'étend jusqu'à la paroi de fond 13 de l'enveloppe extérieure 10 ; et un quatrième tronçon de noyau 17.

En pratique chaque élément de paroi 23, 26 a sa partie centrale insérée entre les deux tronçons de noyau 17 qui l'encadrent, la paroi de fond 13 de l'enveloppe extérieure 10 est amovible, et le maintien de l'ensemble est assuré par une tringle d'assemblage 30 sur laquelle sont engagés la plaque de fond 13 et les tronçons de noyau 17, avec intercalation des éléments de paroi 23, 26, cette tringle d'assemblage 30 traversant axialement l'enveloppe 10 et la plaque de fond 12 de celle-ci, pour coopération avec un écrou 31.

Sur la vue schématique de la figure 4, on a représenté par des rectangles barrés en diagonale les pattes axiales 24, 25 des éléments de paroi 23.

Ainsi qu'il est clair, le parcours de circulation 33 se développe librement, c'est-à-dire sans obstacle, entre le conduit d'entrée 14 et le conduit de sortie 15, sensiblement en hélice autour du noyau axial 16.

Dans l'exemple représenté sur les figures 4 et 5, le sens d'enroulement de cette hélice est contraire à celui des aiguilles d'une montre.

Quoi qu'il en soit les ondes sonores portées par les gaz qui pénètrent par le conduit 14 se réfléchissent transversalement entre la paroi latérale 11 de l'enveloppe 10 et le noyau axial 16, tout au long du parcours de circulation 33, tel que schématisé par les flèches 35 à la figure 5.

Lors d'une réflexion sur le noyau axial 16, une partie au moins de ces ondes sonores pénètre dans ce noyau axial 16, du fait des perforations de la paroi extérieure de celui-ci, et se trouve étouffée dans la masse absorbante 20 contenue dans les tronçons de noyaux successifs 17 qui constituent ce noyau.



2226865

6

La paroi extérieure du noyau 16 constitue de ce fait une paroi d'amortissement, qui borde le parcours de circulation 33, tout au long de celui-ci.

Conjointement l'enveloppe 10 constitue une paroi lisse réflé-  
chissante à l'égard du son et qui donc renvoie les ondes sonores en direction de la paroi d'amortissement à laquelle elle est asso-  
ciée.

Suivant la variante de réalisation schématisée sur les figu-  
res 6 et 7, le sens d'enroulement en hélice du parcours de circu-  
lation 33 se fait dans le sens des aiguilles d'une montre.

Suivant la forme de réalisation illustrée schématiquement par  
les figures 8 et 9, les conduits d'entrée 14 et de sortie 15 sont  
dans le même sens, et l'enveloppe 10 ne contient que trois tron-  
çons de noyaux 17, en coopération avec, d'une part, un élément de  
paroi 23 du type de celui décrit ci-dessus, et d'autre part, un  
15 élément de paroi 36 ne présentant latéralement qu'une seule patte  
axiale 37.

Conformément à la forme de réalisation schématiquement illus-  
trée par la figure 10, le conduit d'entrée 14 est disposé dans la  
20 zone médiane de la paroi latérale 11 de l'enveloppe 10, et il lui  
est associé deux conduits de sortie 15, 15' disposés aux extrémi-  
tés de cette paroi latérale 11.

Ainsi qu'il est aisé de le comprendre, la réalisation selon  
l'invention se prête à la mise en oeuvre d'un nombre quelconque de  
25 tronçons de noyaux 17, suivant la longueur recherchée pour le pot  
d'échappement, avec insertion d'un nombre approprié d'éléments de  
paroi hémicirculaires, dépourvus de patte axiale, ou présentant  
latéralement une ou deux pattes axiales, tel que décrit ci-dessus.

La figure 11 illustre à cet égard, à titre d'exemple, une  
30 réalisation comportant vingt-deux tronçons de noyaux 17, associés  
à des éléments de paroi 26.

Suivant la variante de réalisation schématiquement illustrée  
à la figure 12, la paroi transversale 22 forme une hélice continue  
35 autour du noyau axial 16, ce dernier pouvant être réalisé comme  
précédemment à l'aide de tronçons successifs mis bout à bout, ou  
pouvant être d'un seul tenant.

Dans ce qui précède, la paroi d'amortissement prévue dans le  
pot d'échappement suivant l'invention est une paroi perforée.  
Les figures 13 à 19 illustrent des variantes de réalisation

40



suivant lesquelles cette paroi d'amortissement appartient par elle-même à une masse absorbante dont elle forme au moins une partie de la surface extérieure.

La figure 13 illustre à cet égard un tronçon de noyau 38, réalisé d'un seul tenant, ou par empilage de plaquettes, en un matériau capable de résister à la chaleur, et de préférence capable de résister à une température d'au moins 600°C, et présentant des qualités d'absorption vis-à-vis du son.

Ce matériau peut par exemple être du type de ceux couramment utilisés comme matériau de friction, et notamment un quelconque des matériaux à base d'amiante à l'aide desquels il est usuel de constituer des garnitures de frottement pour frein.

Il peut s'agir également d'une céramique poreuse, ou d'un matériau contenant des fibres céramiques, artificielles ou naturelles, mélangées à un liant réfractaire, phosphate d'alumine par exemple.

La surface extérieure du noyau 16 ainsi constituée forme par elle-même une paroi d'amortissement apte à absorber au moins en partie les ondes sonores qui se réfléchissent à son contact lors de la progression des gaz le long du parcours de circulation 33, figure 14.

Dans l'exemple représenté sur les figures 13 et 14, la section transversale du noyau axial 16 ou des tronçons 38 qui le constituent est étoilée et comporte quatre branches à contour arrondi.

Suivant diverses variantes, cette section peut être polygonale, et par exemple carrée, figure 16, ou hexagonale, figure 15.

Elle peut également, dans le cas où elle est étoilée, comporter un nombre supérieur de branches, par exemple six, ces branches étant à contour arrondi, figure 17, ou anguleuses, figure 19.

Dans le cas d'un profil étoilé, les branches correspondantes peuvent être dissymétriques, figure 18, chaque branche étant de préférence inclinée dans le sens de circulation des gaz, tel que représenté.

Dans tous les cas, et tel qu'illustré à titre d'exemple à la figure 19, les tronçons 38 successifs du noyau 16 peuvent être successivement décalés angulairement les uns par rapport aux autres.

Suivant les variantes de réalisation illustrées sur les figures 20 à 22, de l'air est admis à pénétrer dans le parcours de circulation prévu pour les gaz, en vue notamment de favoriser une post-combustion de la partie d'imbrûlés que pourraient comporter



ces derniers.

A cet effet le noyau 16 est creusé d'un canal axial 48.

5 Ce dernier peut par exemple, figures 20 et 21, être raccordé par une tubulure 49 à une quelconque source d'air pulsé (non re-présentée), et s'agissant, par exemple d'un noyau 16 poreux, cet air traverse ledit noyau, suivant les flèches 50, jusqu'à déboucher entre le noyau 16 et l'enveloppe extérieure 10, dans le parcours de circulation des gaz.

10 En variante, figure 22, le canal axial 48 du noyau 16 débouche librement à l'atmosphère à l'une au moins des extrémités de celui-ci, et pour favoriser une pénétration d'air par ce canal, le noyau 16 est disposé de manière excentrée dans l'enveloppe 10 ; s'agissant, tel que représenté, d'un noyau 16 non poreux, celui-ci est, pour cette entrée d'air, muni de passages radiaux 51.

15 Suivant un développement, le noyau 16 peut être constitué au moins en partie, ou comporter, une substance catalytique susceptible de favoriser une post-combustion, et ainsi diminuer le taux en oxyde de carbone et autres imbrûlés des gaz d'échappement.

20 L'apport d'air frais par le canal 48 présente alors l'avantage supplémentaire d'éviter un dépôt d'imbrûlés à la surface de la paroi d'amortissement.

Par exemple une telle substance catalytique peut être incorporée au matériau constitutif du noyau 16.

25 En variante ce dernier est réalisé par frittage de nickel ou d'alliages de nickel rendu réactif en surface.

De préférence également la paroi du pot opposée à l'extrémité du noyau par laquelle arrive l'air frais est amovible pour permettre de changer ce noyau.

30 Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites et représentées, mais englobe toute variante d'exécution et/ou de combinaison de leurs divers éléments.

On aura compris en particulier que le pot suivant l'invention est réversible, les rôles respectifs de son entrée et de sa sortie pouvant être inversés.

35 Le pot suivant l'invention est en outre utilisable non seulement à l'échappement, tel que plus particulièrement décrit ci-dessus, mais encore à l'admission, notamment pour éviter le sifflement du comburant à l'entrée du carburateur.



REVENDICATIONS

1. Pot, notamment pot d'échappement pour moteur à combustion interne, en particulier pour véhicule automobile, du genre comportant un parcours de circulation pour gaz établi entre une entrée  
5 et une sortie, caractérisé en ce que ledit parcours de circulation se développe librement entre ladite entrée et ladite sortie et est bordé sur une partie au moins de sa longueur par une paroi d'amortissement absorbante vis-à-vis du son disposée en regard d'une paroi lisse réfléchissante à l'égard du son.
- 10 2. Pot suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi d'amortissement est une paroi perforée établie entre le parcours de circulation et une masse absorbante.
3. Pot suivant la revendication 2, caractérisé en ce que cette masse absorbante est en matériau divisé tel que limailles ou co-  
15 peaux métalliques par exemple.
4. Pot suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi d'amortissement appartient par elle-même à une masse absorbante dont elle forme au moins une partie de la surface extérieure.
5. Pot suivant la revendication 4, caractérisé en ce que cet-  
20 te masse absorbante est en un matériau du type de ceux usuellement utilisés comme matériau de frottement.
6. Pot suivant la revendication 4, caractérisé en ce que cette masse absorbante est en céramique poreuse.
7. Pot suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6,  
25 caractérisé en ce que le parcours de circulation se développe sensiblement en hélice autour d'un noyau dont la paroi extérieure forme la paroi d'amortissement associée audit parcours de circulation.
8. Pot suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le  
30 noyau est sensiblement cylindrique.
9. Pot suivant l'une quelconque des revendications 7, 8, caractérisé en ce que la section transversale du noyau est circulaire.
10. Pot suivant l'une quelconque des revendications 7, 8,  
35 caractérisé en ce que la section transversale du noyau est polygonale.
11. Pot suivant l'une quelconque des revendications 7, 8, caractérisé en ce que la section transversale du noyau est étoilée.
12. Pot suivant la revendication 11, caractérisé en ce que



les branches de la section étoilée du noyau sont dissymétriques et sont inclinées dans le sens de circulation des gaz.

13. Pot suivant l'une quelconque des revendications 7 à 12, caractérisé en ce que le noyau est disposé au sein d'une enveloppe  
5 extérieure cylindrique, à distance de celle-ci, en combinaison avec une paroi transversale établie entre le noyau axial et l'enveloppe extérieure et définissant avec ces derniers le parcours de circulation en hélice.

14. Pot suivant la revendication 13, caractérisé en ce que le  
10 noyau est disposé axialement dans l'enveloppe qui l'entoure.

15. Pot suivant la revendication 13, caractérisé en ce que le pot est disposé de manière excentrée dans l'enveloppe qui l'entoure.

16. Pot suivant l'une quelconque des revendications 6 à 15,  
15 caractérisé en ce que le noyau est formé de tronçons de noyau disposés bout à bout.

17. Pot suivant la revendication 16, caractérisé en ce que ces tronçons de noyau sont successivement décalés angulairement les uns par rapport aux autres.

20 18. Pot suivant l'une quelconque des revendications 13 à 17, caractérisé en ce que la paroi transversale est formée d'une pluralité d'éléments de paroi hémicirculaires échelonnés le long du noyau, à distance les uns des autres, et disposés alternativement en positions diamétralement opposées les uns par rapport aux autres,  
25 sensiblement perpendiculairement à l'axe du noyau, certains au moins desdits éléments de paroi présentant latéralement au moins une patte parallèle à l'axe du noyau, ladite patte s'étendant jusqu'à l'élément de paroi voisin le plus proche.

19. Pot suivant la revendication 18, caractérisé en ce que  
30 certains éléments de paroi présentent latéralement deux pattes axiales qui sont disposées en positions diamétralement opposées, et qui s'étendent de part et d'autre de l'élément de paroi correspondant.

20. Pot suivant l'une quelconque des revendications 18, 19,  
35 caractérisé en ce que, le noyau étant formé de tronçons de noyau successivement mis bout à bout, chaque élément de paroi a sa partie centrale insérée entre deux de ces tronçons de noyau.

21. Pot suivant l'une quelconque des revendications 13 à 17, caractérisé en ce que la paroi transversale forme une hélice con-  
40 tinue.



22. Pot suivant l'une quelconque des revendications 13 à 21, caractérisé en ce que l'entrée et la sortie du parcours de circulation sont formées par des conduits qui se raccordent tangentiellement à l'enveloppe extérieure.

5 23. Pot suivant l'une quelconque des revendications 13 à 22, caractérisé en ce qu'une tringle d'assemblage traverse axialement l'enveloppe extérieure et le noyau qu'elle contient.

24. Pot suivant l'une quelconque des revendications 7 à 23, caractérisé en ce que le noyau présente un canal axial qui est en  
10 liaison avec une source d'air et qui est en liaison avec le parcours de circulation des gaz.

25. Pot suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la masse absorbante contient de la matière catalytique.



FIG. 1

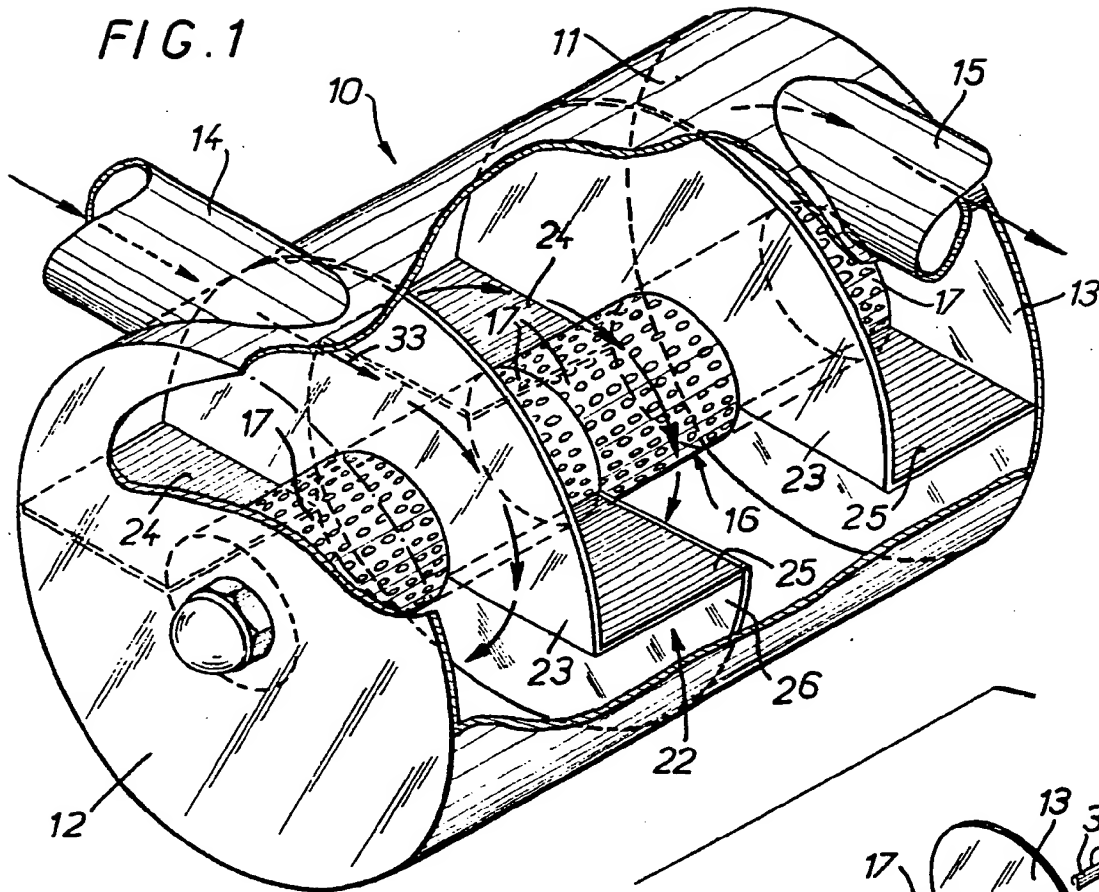


FIG. 2

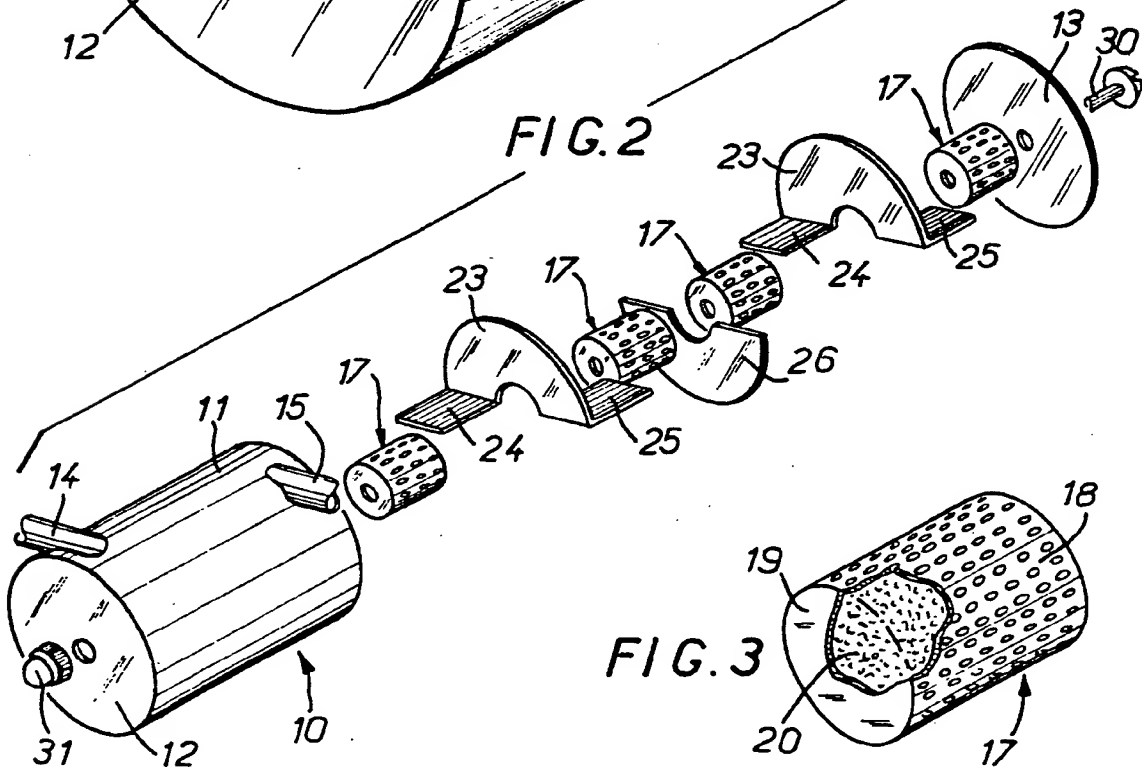
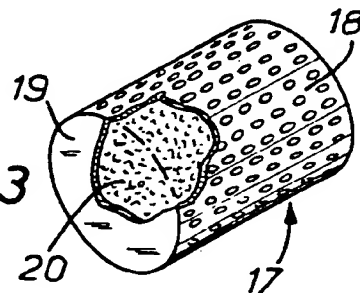
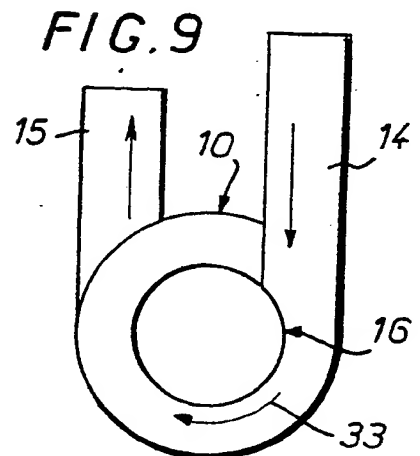
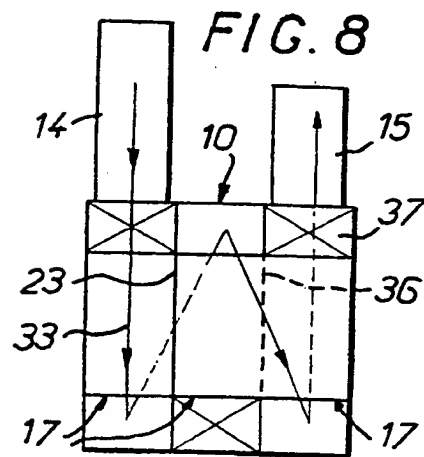
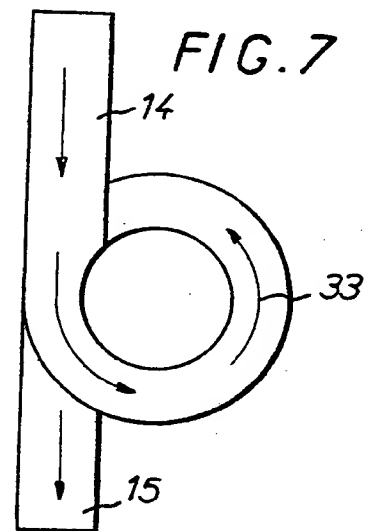
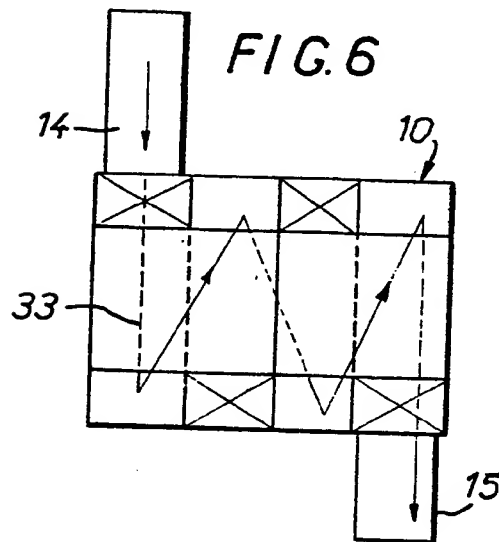
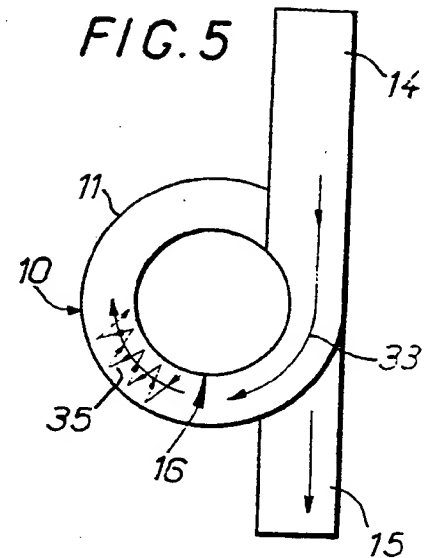
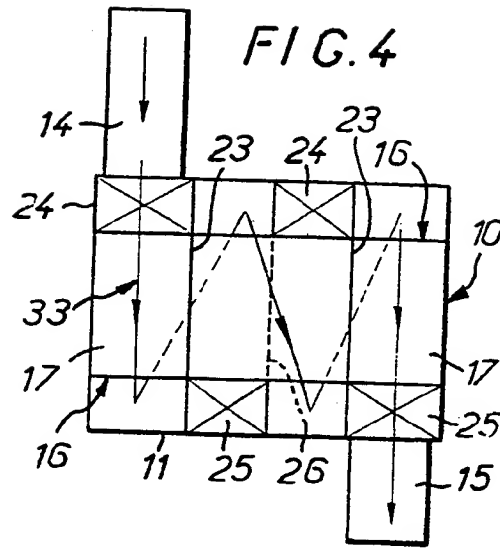


FIG. 3









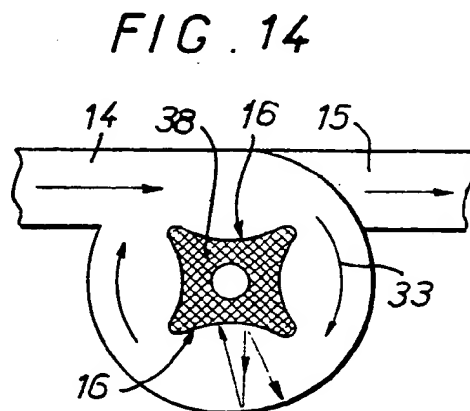
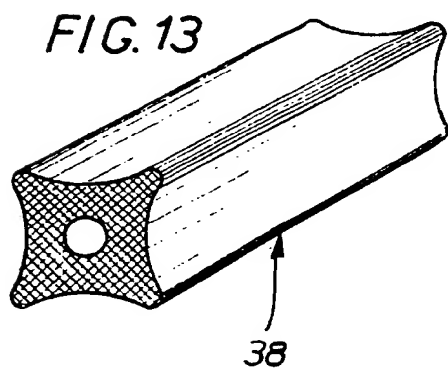
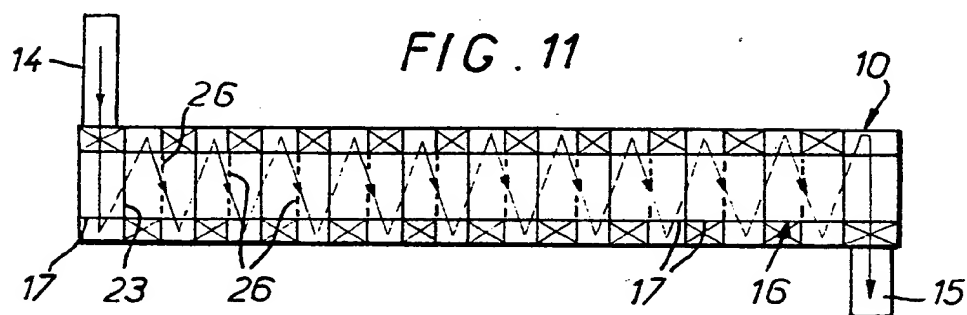
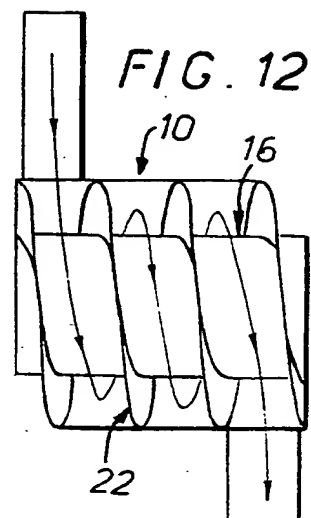
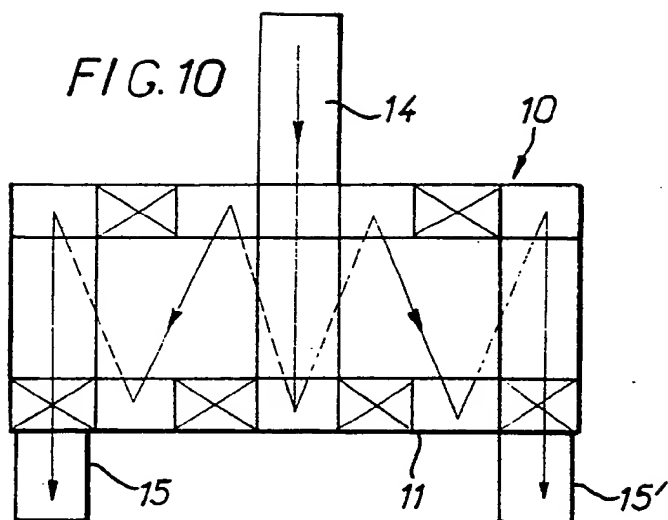




FIG. 15

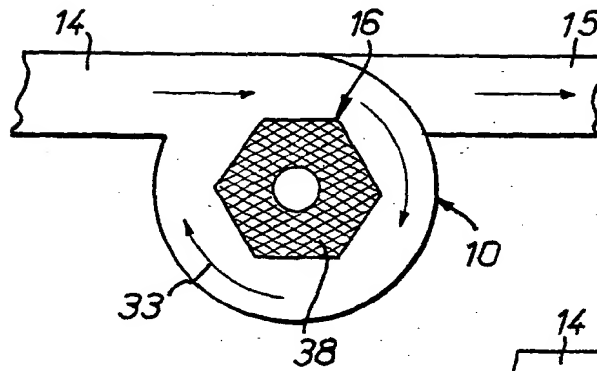


FIG. 16

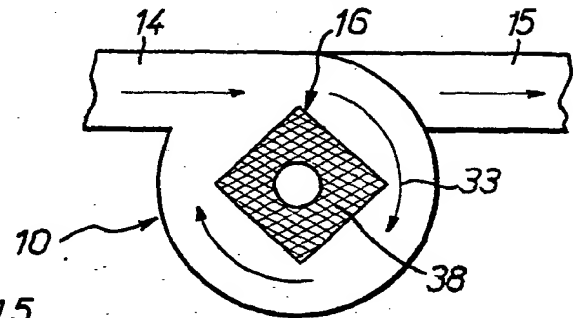


FIG. 17

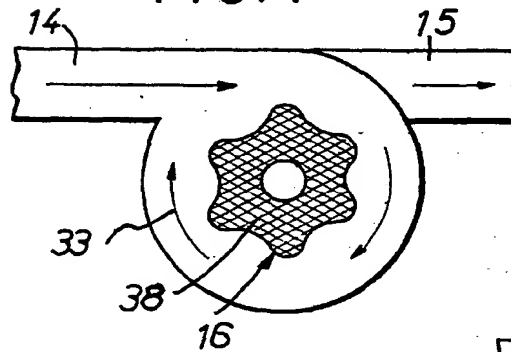


FIG. 18

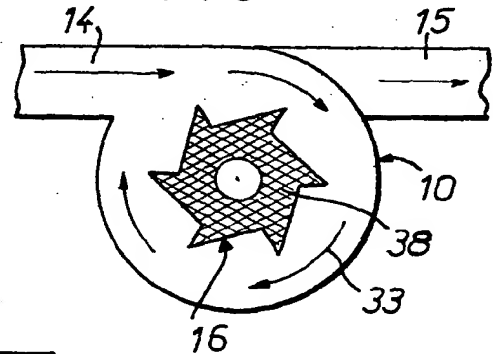
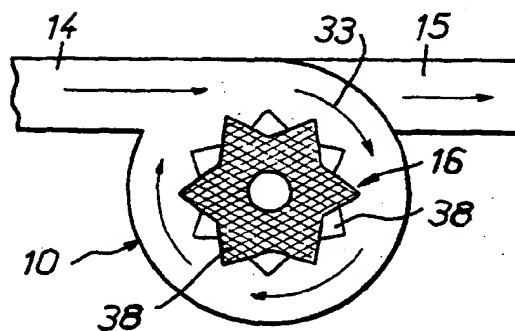
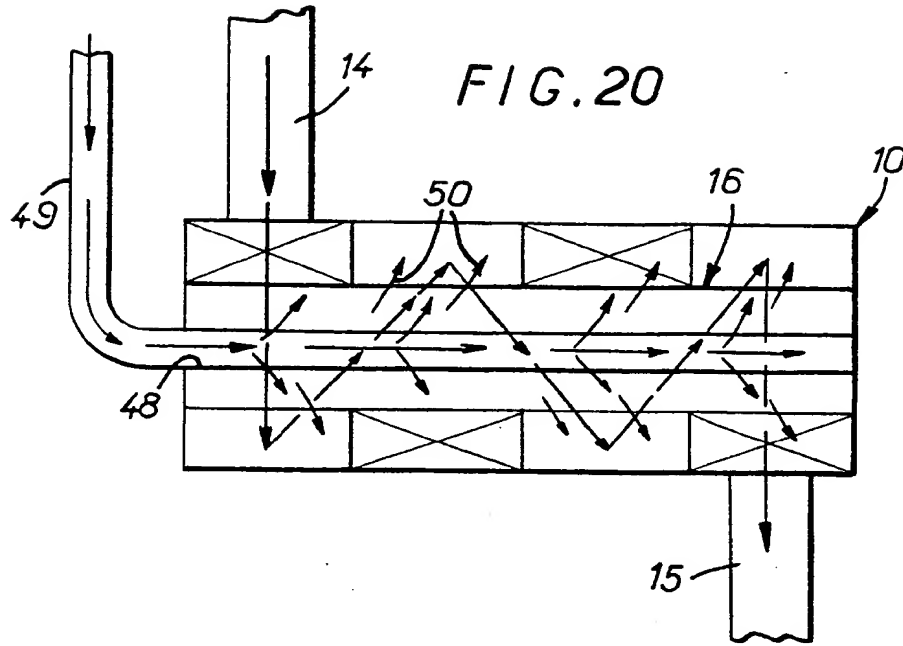


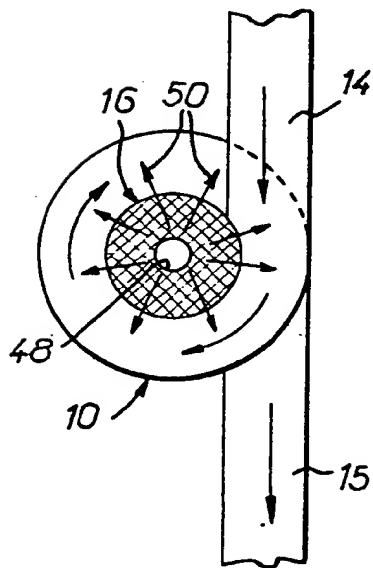
FIG. 19







*FIG. 21*



*FIG. 22*

